

(19) 대한민국특허청(KR) (12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl. ⁶ G06F 17/40	(11) 공개번호 (43) 공개일자	특 1998-024086 1998년07월06일
(21) 출원번호	특 1997-032528	
(22) 출원일자	1997년07월14일	
(30) 우선권주장	96-233021 1996년09월03일 일본(JP)	
(71) 출원인	가부시기가이샤 도시바 니시무로 타이조	
(72) 발명자	일본 가나가와켄 가와사키시 사이와이쿠 호리가와 초오 72 히라야마 히데아키	
(74) 대리인	일본 도쿄도 오메시 스에히로 초 2-9가부시기가이샤 도시바 오메 공장내 시라키하라 도시오 일본 가나가와켄 가와사키시 사이와이쿠 고무카이 도시바 초 1가부시기가이 샤 도시바 연구 개발 센터내 이상섭, 나영환	

심사청구 : 있음

(54) 컴퓨터 시스템 및 화일 관리 방법

요약

화일을 갱신할 때에 갱신전 데이터의 덤프를 대기하는 일없이 장애 발생시의 롤백을 실현하는 컴퓨터 시스템을 제공한다.

화일에 대하여 기록 등이 요구되었을 때, 그 「화일 기록 정보」를 미확정규(431)에 보존하여 프라이머리 화일(39)만을 즉시 갱신한다. 그리고, 체크포인트가 채취된 후에, 미확정규(431)에 보존된 「화일 기록 정보」를 확정규(432)로 이동시켜서 백업 화일(41)로의 반영을 행한다. 한편, 복원을 행할 때에는 미확정규(431)에 보존된 「화일 기록 정보」에 기초하여, 최후로 채취한 체크포인트 이후에 갱신된 데이터에 대응하는 갱신전의 데이터를 백업 화일(41)로부터 모두 독출하고, 이 독출한 갱신전의 데이터를 이용하여 프라이머리 화일(39)을 체크포인트 시점에 복원한다.

대표도

도2

영세서

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명의 기본 원리를 설명하기 위한 개념도.

도 2는 본 발명의 제 1 실시 형태에 관한 컴퓨터 시스템의 시스템 구성을 나타내는 도면.

도 3은 동일 실시 형태를 적용하는 컴퓨터 시스템의 개략 구성을 나타내는 도면.

도 4는 동일 실시 형태에 있어서 화일을 갱신하는 상태를 나타내는 도면.

도 5는 동일 실시 형태에 있어서 장애 발생시에 프라이머리 화일을 복원하는 상태를 나타내는 도면.

도 6은 동일 실시 형태의 화일 조작부가 「화일 기록」을 지시되었을 때의 처리의 흐름을 나타내는 흐름도.

도 7은 동일 실시 형태의 화일 조작부가 「체크포인트 채취」를 지시하였을 때의 처리의 흐름을 나타내는 흐름도.

도 8은 동일 실시 형태의 백업 화일 갱신부의 처리의 흐름을 나타내는 흐름도.

도 9는 동일 실시 형태의 공정에 어보트 등의 장애가 발생하여, 공정을 프라이머리 컴퓨터(30)상에서 최후로 채취한 체크포인트로부터 재실행할 경우의 처리의 흐름을 나타내는 흐름도.

도 10은 동일 실시 형태의 프라이머리 컴퓨터상의 체크포인트 정보 복원부가 「어드레스 공간과 프로세서 컨텍스트의 복원」을 지시한 경우의 처리의 흐름을 나타내는 흐름도.

도 11은 동일 실시 형태의 프라이머리 화일 복원부가 「프라이머리 화일의 복원」을 지시한 경우의 처리의 흐름을 나타내는 흐름도.

도 12는 동일 실시 형태의 장애가 발생했을 때에 백업 화일로 처리를 이어받은 상태를 나타내는 도면.

도 13은 본 발명의 제 2 실시 형태에 관한 컴퓨터 시스템의 시스템 구성을 나타내는 도면.

도 14는 동일 실시 형태를 적용하는 컴퓨터 시스템의 개략 구성을 나타내는 도면.

도 15는 중전의 화일에 대한 기록을 소거하는 것이 곤란하기 때문에, 화일에 대하여 기록을 행할 때에, 데이터를 화일에 기록하기 전에 기록 이전의 데이터를 사전에 판독하여 보존을 행하고, 그 후에 화일로의 데이터 기록을 행하는 종래의 시스템의 구성을 설명하는 도면.

〈도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명〉

- 10 : 운용계 시스템
- 11 : 애플리케이션 프로그램
- 12 : 재킷 루틴
- 13 : OS 버퍼 캐시
- 14 : 디스크 장치
- 20 : 대기계 시스템
- 21 : 대문
- 211 : 미확정규
- 212 : 확정규
- 22 : OS 버퍼 캐시
- 23 : 디스크 장치
- 30 : 프라이머리 컴퓨터
- 31 : 체크포인트 제어부
- 32 : 체크포인트 정보 보존부
- 33 : 체크포인트 정보 복원부
- 34 : 체크포인트 정보
- 35 : 공정
- 36 : 화일 시스템
- 37 : 프라이머리 화일 복원부
- 38 : 프라이머리 화일 조작부
- 39 : 프라이머리 화일
- 40 : 백업 컴퓨터
- 41 : 백업 화일
- 42 : 프라이머리 화일 복원 정보 독출부
- 43 : 백업 화일 조작부
- 431 : 미확정규
- 432 : 확정규
- 44 : 백업 화일 갱신부
- 45 : 체크포인트 정보
- 46 : 체크포인트 정보 복원부
- 47 : 공정
- 50 : 네트워크
- 60a, 60b : 디스크 장치

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은, 예컨대 네트워크 접속된 복수의 컴퓨터에 의해 구성되는 네트워크 컴퓨팅 환경 등에 있어서, 높은 신뢰성을 필요로 하는 그룹 컴퓨팅 처리, 데이터 베이스 처리 및 트랜잭션 처리 등에 적용하기 적합한 컴퓨터 시스템 및 화일 관리 방법에 관한 것이다.

CPU에 의해서 실행되는 공정의 어드레스 공간이나 컨텍스트 및 화일 등의 상태를 정기적으로 채취하여(이것을 체크포인트라 칭함), 장애가 발생했을 때에, 최후로 채취한 체크포인트의 상태를 복원하고, 그 시점에서 공정의 실행을 재개시키는 장애로부터의 회복 기능을 갖는 시스템에 있어서는, 종래부터 외부 입출력 처리에 관한 과제가 있었다. 즉, 장애가 발생했을 때에, 최후로 채취한 체크포인트로부터 공정을 재실행시킬 때, 공정의 어드레스 공간이나 프로세서의 컨텍스트 등의 상태는 복원할 수 있지만, 외부 입력 장치의 상태의 복원은 용이하지 않았다.

예컨대, 화일에 대한 기록을 소거하는 것이 곤란하기 때문에, 화일에 대하여 기록을 행할 때에는 데이터를 화일에 기록하기 전에 기록 이전의 데이터를 사전에 판독하여 보존을 행하고, 그 후에 화일로의 데이터 기록을 행하고 있었다.

도 15는, 화일에 대한 기록을 소거하는 것이 곤란하기 때문에, 화일에 대하여 기록을 행할 때에는 데이터를 화일에 기록하기 전에 기록 이전의 데이터를 사전에 판독하여 보존을 행하고, 그 후에 화일로의 데이터 기록을 행하는 종래의 시스템의 구성을 설명하는 도면이다.

이 예에서는, 시각 t1의 체크포인트를 채취한 시점에서 ABCD의 4바이트의 데이터로 이루어진 화일에, 시각 t2에 있어서 1 바이트째에 X를 기록하고 있다(1). 이 경우, 종래에서는, 화일의 1바이트째에 X를 기록하기 전에, 화일의 1바이트째의 데이터 B를 판독해 두고(이것을 undo 로그라 함)(2), 그 후에 화일의 1바이트째에 X를 기록하고 있다(3).

그 후, 시각 t3에 있어서 장애가 발생하였기 때문에, 공정을 최후로 채취한 체크포인트의 상태(t1)로 롤백한다. 화일은, 체크포인트 t1 이후에 1바이트째에 X로 갱신되어 있지만, 갱신시에 채취된 undo 로그를 이용함으로써, 체크포인트 t1의 상태를 복원하고 있다. 또, 이 undo 로그는 다음의 체크포인트시에 불필요하게 되어 폐기된다.

또한, 예컨대 2개의 컴퓨터에 의해 구축되어, 그 한쪽(프라이머리 컴퓨터)을 운용계, 다른쪽(백업 컴퓨터)을 대기계로서 배분하여 2중화하고, 프라이머리 컴퓨터에 장애가 발생했을 때에, 백업 컴퓨터가 처리를 이어받음으로써 시스템의 가용성을 높이는 시스템도 존재한다. 그리고, 이러한 시스템에서, 전술한 바와 같이 체크포인트를 정기적으로 채취하여 가면, 신뢰성을 더욱 향상시키는 것이 가능해진다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

이와 같이, 공정의 어드레스 공간이나 컨텍스트 및 화일 등의 상태, 즉, 체크포인트를 정기적으로 채취해 가며, 장애가 발생했을 때에, 최후로 채취한 체크포인트의 상태를 복원하여, 그 시점에서 공정의 실행을 재개시키는 장애로부터의 회복 기능을 갖는 시스템(2중화되어 있는지 여부와는 관계없이)에 있어서는, 그 신뢰성은 향상되지만, 한편으로, 화일의 갱신(예컨대 기록)을 행할 때에, 일단 갱신전의 데이터를 화일로부터 판독하고, 또 화일로의 갱신을 행하지 않으면 안되었기 때문에, 화일의 갱신 성능을 저하시킨다는 과제가 있었다.

본 발명은, 이러한 실정에 감안하여 이루어진 것으로서, 체크포인트를 정기적으로 채취하여, 장애가 발생했을 때에는 최후로 채취한 체크포인트의 상태를 복원하여, 그 시점에서 공정의 실행을 재개시키는 장애로부터의 회복 기능을 갖는 시스템에 있어서, 화일의 갱신을 행할 때에, 갱신전의 데이터를 화일로부터 판독하는 것을 필요로 하지 않으며, 화일의 갱신 성능을 대폭 개선하는 것을 가능하게 하는 컴퓨터 시스템 및 화일 관리 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

발명의 구성 및 작용

본 발명의 컴퓨터 시스템은, 운용계 및 대기계의 2개의 컴퓨터로 2중화된 컴퓨터 시스템으로서, 중단된 처리를 재개시키기 위한 체크포인트를 정기적으로 채취하고, 상기 운용계 및 대기계 쌍방의 컴퓨터 상에 보존하는 컴퓨터 시스템에 있어서, 상기 운용계의 컴퓨터 상에서 실행되는 공정에 의해서 갱신되는 화일을 상기 운용계 및 대기계 쌍방의 컴퓨터로 2중화하여 설치해 두며, 상기 공정으로부터 화일의 갱신이 지시되었을 때에, 그 갱신 정보를 상기 대기계의 컴퓨터 상에 보존하여 운용계의 화일만을 갱신하고, 그 갱신이 완료한 시점에서 그 갱신의 요구원에 대하여 갱신 종료를 통지하는 수단과, 상기 체크포인트가 채취된 후에, 상기 갱신 정보에 표시되는 갱신 내용을 상기 대기계의 화일에 반영시키는 수단을 구비하여 이루어진 것을 특징으로 한다.

본 발명의 컴퓨터 시스템에 있어서는, 공정이 화일의 갱신을 요구했을 때에, 그 갱신 내용을 나타내는 갱신 정보를 취득하여 보존하는 동시에, 운용계의 컴퓨터에 배치된 화일(운용계 화일)만을 즉시 갱신하고, 그 결과를 요구원인 공정에 대답한다. 그리고, 체크포인트가 채취된 후에, 그 보존해 둔 갱신 정보로 표시되는 갱신 내용을, 대기계의 컴퓨터에 배치된 화일(대기계 화일)에 반영시킨다.

한편, 예컨대 공정이 중단(abort)됐을 때 등에는, 보존해 둔 갱신 정보에 기초하여, 최후로 채취한 체크포인트 이후에 갱신된 데이터에 대응하는 갱신전의 데이터를 대기계 화일로부터 모두 독출하고, 이 독출한 갱신전의 데이터를 이용하여 운용계 화일을 체크포인트 시점에 복원한다.

즉, 이 컴퓨터 시스템에 있어서는, 종래와 같이 화일을 갱신할 때에, 갱신전의 데이터를 독출하여 덤프시켜 두는 처리의 완료를 통상 처리에 대기시키는 일없이, 장애시의 화일의 복원이 실현되게 되고, 신뢰성을 손상하는 일없이 화일의 갱신 성능을 비약적으로 향상시키는 것이 가능해진다.

또한, 운용계 화일의 복원에 대신하여, 최종 체크포인트 이전에 보존된 갱신 정보로 표시되는 갱신 내용 전부가 반영된 대기계 화일을 이용한 체크포인트로부터의 공정의 재실행도 유효하다. 즉, 운용계의 컴퓨터의 장애 등에 의해, 운용계 화일을 이용한 재개시가 불가능한 경우 등에 있어서의 처리의 계속성도 확보하게 되어, 시스템의 가용성을 향상시키게 된다. 또한, 이 경우에는, 제 3 컴퓨터에 새롭게 대기계 화일을 확보하면, 시스템의 가용성을 더욱 향상시키는 것이 가능해진다.

우선, 도 1을 참조하여 본 발명의 기본 원리를 설명한다. 도 1에 도시된 바와 같이, 본 발명의 컴퓨터

시스템은, 운용계 시스템(10)과 대기계 시스템(20)으로 다중화된 시스템을 전제로 한다. 이하에 각각의 동작을 설명한다.

(통상 처리)

(1) 운용계 시스템(10)에서 애플리케이션 프로그램(11)이 기록 시스템 콜을 발행한다.

(2) 재킷 루틴(12)이 기록 시스템 콜을 후크하고, 운용계의 오퍼레이팅 시스템에 기록 시스템 콜을 발행하는 동시에 그 기록 요구를 대기계 시스템(20)에 송신한다.

단, 대기계 시스템(20)에 즉시 기록 요구를 송신할 필요는 없으며, 다음의 체크포인트까지 송신하면 좋다. 또한, 대기계 시스템(20)에서는 송신한 기록 요구를 즉시 실행하는 일은 없으며, 일단 미확정규(211)에 저장한다.

(3) 체크포인트 처리가 지시되면, 운용계 시스템(10)은, 모여 있는 기록 요구를 전부 대기계 시스템(20)에 송신하여 끝내지 않으면 안된다.

(4) 한편, 대기계 시스템(20)에서는, 미확정규(211)에 저장된 기록 요구를 확정규(212)로 이동한다.

(5) 이 확정규(212)로 옮겨진 기록 요구는, 대기계 시스템(20)의 오퍼레이팅 시스템에 의해서 순차적으로 처리되어 간다.

즉, 통상 처리에 있어서 발생하는 화일 갱신에 있어서는, 갱신전의 데이터를 독출하여 덤프시켜 두는 처리의 완료를 대기하는 일이 없다.

(롤백 처리)

(3)' 장애가 발생했을 때에, 운용계 시스템(10) 및 대기계 시스템(20)의 쌍방에 롤백 처리가 지시된다.

(4)' 이 때, 운용계 시스템(10)에 잔존하는 기록 요구를, 전부 대기계 시스템(20)에 송신한다. 또한, 대기계의 미확정규(211)에 저장된 기록 요구는, 최후의 체크포인트 이후에 발행된 것이기 때문에, 반대로 이것을 참조하여 대기계 화일(23)로부터 갱신전의 데이터를 독출하며, 이 독출한 갱신전의 데이터를 이용하여 운용계 화일(14)을 롤백한다. 이것에 의해, 운용계 화일(14) 및 대기계 화일(23)의 쌍방의 화일이 최후의 체크포인트 시점의 상태가 된다.

(5)' 그리고, 대기계 시스템(20)은, 미확정규(211)에 잔존하는 기록 요구를 전부 소거한다.

이것에 의해, 체크포인트 시점에서의 재개시가 가능해진다.

다음에, 본 발명의 실시 형태를 설명한다.

(제 1 실시 형태)

우선, 본 발명의 제 1 실시 형태를 설명한다. 도 2에는 본 발명의 제 1 실시 형태에 관한 컴퓨터 시스템의 시스템 구성이 표시되어 있다. 도 2에 도시한 바와 같이, 본 실시 형태의 컴퓨터 시스템은, 컴퓨터가 프라이머리 컴퓨터(30)와, 백업 컴퓨터(40)로 2중화되어 있고, 이들은 네트워크(50)로 접속되어 있다. 이 프라이머리 컴퓨터(30)와 백업 컴퓨터(40)는 전술한 운용계 시스템(10) 및 대기계 시스템(20) 쌍방을 각각 구비하고 있으며, 어느 한쪽에서 운용계 시스템(10)이 동작할 때에, 다른쪽에서는 대기계 시스템(20)이 동작한다. 여기서는, 프라이머리 컴퓨터(30)측에서 운용계 시스템(10), 백업 컴퓨터(40)측에서 대기계 시스템(20)을 각각 설명한다.

공정(35)은 프라이머리 컴퓨터(30)상에서 실행되고, 프라이머리 화일(39)과 백업 화일(41)로 2중화된 화일을 갱신한다. 여기서, 프라이머리 화일(39)은 프라이머리 컴퓨터(30)상에, 백업 화일(41)은 백업 컴퓨터(40)상에 배치되며, 프라이머리 컴퓨터(30)상의 화일 시스템(36) 및 백업 컴퓨터(40)상의 화일 시스템(48)을 통해 갱신된다.

프라이머리 컴퓨터(30)상의 화일 시스템(36)은 프라이머리 화일 조작부(38)와 프라이머리 화일 복원부(37)를 포함하고 있다. 한편, 백업 컴퓨터(40)상의 화일 시스템(48)은 백업 화일 조작부(43), 미확정규(431), 확정규(432), 백업 화일 갱신부(44) 및 프라이머리 화일 복원 정보 독출부(42)를 포함하고 있다.

공정(35)이 이 2중화된 화일을 갱신할 경우, 프라이머리 화일 조작부(38) 및 백업 화일 조작부(43)를 경유하여 행한다. 공정(35)이 이 2중화된 화일에 대응하는 기록을 행하면, 프라이머리 화일(39)은 그대로 즉시 갱신되지만, 백업 화일(41)은 그 시점에서는 갱신되지 않으며, 「화일 기록 정보」가 백업 화일 조작부(43)를 경유하여 백업 컴퓨터(40)상의 미확정규(431)에 보존된다.

또한, 공정(35)이 체크포인트를 채취할 경우에는, 체크포인트 제어부(31)가 체크포인트 정보 보존부(32)와 프라이머리 화일 조작부(38)에 그 지시를 보낸다. 체크포인트 정보 보존부(32)는 체크포인트 채취의 지시를 수취하면, 체크포인트 정보(어드레스 공간과 프로세서 컨텍스트)를 프라이머리 컴퓨터(30)상 및 백업 컴퓨터(40)상에 보존한다(프라이머리 컴퓨터(30)상의 체크포인트 정보(34) 및 백업 컴퓨터(40)상의 체크포인트 정보(45)).

한편, 프라이머리 화일 조작부(38)는, 체크포인트 채취의 지시를 수취하면, 백업 화일 조작부(43)를 경유하여, 미확정규(431)에 보존되고 있던 「화일 기록 정보」를 확정규(432)로 이동시킨다. 이 확정규(432)에 이동되어 있는 「화일 기록 정보」는, 체크포인트 채취 후에, 백업 화일 갱신부(44)에 의해서 백업 화일(41)의 갱신을 위해 사용되고, 백업 화일(41)의 갱신 후에 폐기된다. 이것에 의해, 체크포인트 이후에 프라이머리 화일(39)에 대하여 행해진 것과 동일한 기록 조작이, 백업 화일(41)에 대해서도 행해지게 된다.

공정(35)에 중단 등의 장애가 발생하여, 공정(35)을 프라이머리 컴퓨터(30)상에서 최후로 채취한 체크포인트로부터 재실행할 경우, 어드레스 공간과 프로세서 컨텍스트는 프라이머리 컴퓨터(30)상의 체크포인트

트 정보 복원부(37)에 의해서 복원된다.

화일에 관해서는, 백업 화일(41)은 체크포인트 이후의 갱신은 아직 미확정규(431)에 「화일 기록 정보」가 보존되어 있을 뿐이고, 실제로는 갱신되어 있지 않기 때문에 복원은 불필요하다. 그러나, 프라이머리 화일(39)은 체크포인트 이후에 이미 갱신이 행해지고 있기 때문에 복원이 필요하다. 따라서, 미확정규(431)에 보존된 「화일 기록 정보」에 기초하여, 프라이머리 화일(39)의 갱신전 데이터를 백업 화일(41)로부터 판독하여, 이 판독한 갱신전 데이터를 프라이머리 화일(39)에 기록함으로써 복원한다. 그리고, 이 후, 미확정규(431)에 보존된 「화일 기록 정보」를 폐기한다. 또, 확정규(432)에 「화일 기록 정보」가 보존되어 있는 경우에는, 그 「화일 기록 정보」의 백업 화일(41)로의 반영이 완료한 후에, 전술한 복원처리를 개시한다.

한편, 프라이머리 컴퓨터(30) 또는 프라이머리 컴퓨터(30)를 제어하는 오퍼레이팅 시스템이 시스템 다운 등의 장애를 발생시키고, 공정(35)을 백업 컴퓨터(40)상에서 최후로 채취한 체크포인트로부터 재실행할 경우에는, 어드레스 공간과 프로세서 컨텍스트는 체크포인트 정보 복원부(46)에 의해서 공정(47)에 복원된다.

화일에 관해서는, 백업 화일(41)은 체크포인트 이후의 갱신은 아직 미확정규(431)에 「화일 기록 정보」가 보존되어 있을 뿐이고, 실제로는 갱신되어 있지 않기 때문에 복원은 불필요하다.

또, 이 「화일 기록 정보」의 프라이머리 컴퓨터(30)로부터 백업 컴퓨터(40)로의 전송에 관해서는 최적화가 가능하다. 장애가 발생했을 때에, 프라이머리 컴퓨터(30)가 다운하지 않은 경우는, 프라이머리 화일(39)을 복원하여, 프라이머리 화일(39)을 이용하여 체크포인트로부터의 처리를 재개한다. 한편, 장애가 발생했을 때에, 프라이머리 컴퓨터(30)가 다운한 경우에는, 백업 화일(41)을 이용하여 체크포인트로부터 처리를 재개한다.

그 때문에, 「화일 기록 정보」는 프라이머리 화일 조작부(38)로부터 백업 화일 조작부(43)에 즉시 보낼 필요는 없다. 즉, 이들 「화일 기록 정보」는 다음의 체크포인트까지 보내면 좋기 때문에, 전송 효율을 고려하면, 일단 프라이머리 화일 조작부(38)에 있어서 축적해 두고, 「일정 용량 축적되었다」, 「일정 시간 경과하였다」 및 「체크포인트 채취가 요구되었다」라는 사상의 발생을 트리거로서, 백업 화일 조작부(43)에 모아서 보내는 것이 가능하다.

도 3에는, 본 실시 형태를 적용하는 컴퓨터 시스템의 개략 구성이 표시되어 있다. 컴퓨터는 프라이머리 컴퓨터(30)와 백업 컴퓨터(40)로 2중화되어 있고, 프라이머리 컴퓨터(30)에는 디스크 장치(60a)가, 백업 컴퓨터(40)에는 디스크 장치(60b)가 각각 접속되어 있다. 공정(35)은 프라이머리 컴퓨터 상에서 실행되고, 또한, 이 공정(35)이 액세스하는 화일은, 프라이머리 화일(39)과 백업 화일(41)로 2중화되어 있고, 각각 디스크 장치(60a)와 디스크 장치(60b)에 배치되어 있다.

그리고, 체크포인트는, 체크포인트 정보를 프라이머리 컴퓨터(30)측(프라이머리 체크포인트 정보(34))과, 백업 컴퓨터(40)측(백업 체크포인트 정보(45))의 양방에 유지한다. 또, 이 도면에서는, 체크포인트를 디스크 장치 상에 유지하고 있지만, 메모리 상에 유지하여도 상관없다.

만약, 프라이머리 컴퓨터(30) 또는 프라이머리 컴퓨터(30)를 제어하는 오퍼레이팅 시스템에 시스템 다운 등의 장애가 발생했을 경우에는, 백업 컴퓨터(40)측에서 체크포인트 정보(45)를 이용하여 공정(47)을 재실행한다. 이 경우 공정(47)은 백업 화일(41)을 사용하게 된다.

또한, 프라이머리 화일(39) 또는 백업 화일(41)을 복수개 가지며, 3중화 이상의 화일 시스템을 만드는 것도 가능하다. 이 경우, 예컨대 3중화 화일 시스템이면,

(1) 2개의 프라이머리 화일과 1개의 백업 화일

(2) 1개의 프라이머리 화일과 2개의 백업 화일

이란 조합을 생각할 수 있다.

도 4는 본 실시 형태에 있어서 화일을 갱신하는 상태를 나타내는 도면이다. 이 예에서는, 프라이머리 컴퓨터(30)상에서 움직이는 공정(35)이, 4바이트의 데이터 ABCD를 갖는 2중화된 화일(프라이머리 컴퓨터(30)상의 프라이머리 화일(39)과, 백업 컴퓨터(40)상의 백업 화일(41))에 대하여, 시각t에서 1바이트째에 X를 기록하고 있다(1). 이것에 의해서 프라이머리 화일(39)은 즉시 갱신되지만, 백업 화일(41)은 즉시 갱신되지 않고, 「화일 기록 정보」만을 보존하고 있다.

이 후, 시각t2에 있어서 체크포인트가 채취됨으로써, 앞의 「화일 기록 정보」의 실행이 확정된다(2). 그리고 시각t2 이후에서, 확정된 「화일 기록 정보」에 기초하여, 백업 화일(41)의 갱신을 실행하고 있다.

도 5는, 본 실시 형태에 있어서 장애 발생시에 프라이머리 화일을 복원하는 상태를 나타내는 도면이다. 이 예에서는, 프라이머리 컴퓨터(30)상에서 움직이는 공정(35)이 4바이트의 데이터 ABCD를 갖는 2중화된 화일(프라이머리 컴퓨터(30)상의 프라이머리 화일(39)과, 백업 컴퓨터(40)상의 백업 화일(41))에 대하여, 시각t1에 있어서 1바이트째에 X를 기록하고 있다(1). 이것에 의해서 프라이머리 화일(39)은 즉시 갱신되지만, 백업 화일(41)은 즉시 갱신되지는 않으며, 「화일 기록 정보」만을 보존하고 있다.

이 후, 시각t2에 있어서 장애가 발생하고 있다(2). 즉, 시각t1에 있어서의 「화일 기록 정보」로 프라이머리 화일(39)은 갱신되어 있기 때문에 복원할 필요가 있지만, 백업 화일(41)은 아직 갱신되어 있지 않기 때문에 복원할 필요가 없다. 여기서 시각t1에 있어서 보존된 「화일 기록 정보」에 의해서, 프라이머리 화일(39)의 갱신 부분을 알 수 있다. 그래서, 프라이머리 화일(39)의 복원에 있어서는, 미확정의 「화일 기록 정보」에 표시된 위치의 데이터를 백업 화일(41)로부터 판독하고, 그 판독한 데이터를 프라이머리 화일(39)에 기록함으로써, 프라이머리 화일(39)을 복원한다.

그리고, 프라이머리 컴퓨터(30)상에서 취하고 있는 체크포인트를 이용하여, 프라이머리 컴퓨터(30)상에

서 공정(35)을 재실행하고 있다. 이 재실행된 공정(35)은 복원된 프라이머리 화일(39)을 사용한다.

도 6은, 화일 조작부가 「화일 기록」을 지시할 때의 처리의 흐름을 나타내는 흐름도이다. 이 경우, 우선, 「화일 기록 정보」를 보존하고, 미확정규(431)에 링크한다(단계 A1). 다음에, 「화일 기록 정보」에 따라서, 프라이머리 화일(39)의 갱신을 행한다(단계 A2). 이 시점에서, 「화일 기록」 조작은 완료하였다고 하여, 요구측에 완료 통지를 행한다(단계 A3).

도 7은, 화일 조작부가 「체크포인트 채취」를 지시했을 때의 처리의 흐름을 나타내는 흐름도이다. 이 경우, 보존되어 있는 「화일 기록 정보」를 미확정규(431)로부터 확정규(432)로 이동한다(단계 B1).

도 8은, 백업 화일 갱신부의 처리의 흐름을 나타내는 흐름도이다. 이 경우, 우선, 확정규(432)에 「화일 기록 정보」가 링크되어 있는지 여부를 검사한다(단계 C1). 만약, 링크되어 있지 않은 경우(단계 C1의 N), 백업 화일 갱신부(44)는 이 검사를 수행한다. 한편, 링크되어 있는 경우에는(단계 C1의 Y), 확정규(432)에 링크되어 있는 「화일 기록 정보」에 기초하여, 백업 화일(41)을 갱신한다(단계 C2). 그리고, 실행한 「화일 기록 정보」를 확정규(432)로부터 폐기한다(단계 C3).

도 9는, 공정(35)에 중단 등의 장애가 발생하여, 공정(35)을 프라이머리 컴퓨터(30)상에서 최후로 채취한 체크포인트로부터 재실행할 경우의 처리의 흐름을 나타내는 흐름도이다.

공정(35)에 장애가 발생하면, 우선, 프라이머리 컴퓨터(30)상의 체크포인트 정보 복원부(33)에, 「어드레스 공간과 프로세서 컨텍스트의 복원」을 지시한다(단계 D1). 다음에, 프라이머리 화일 복원부(33)에, 「프라이머리 화일의 복원」을 지시한다(단계 D2).

도 10은, 프라이머리 컴퓨터(30)상의 체크포인트 정보 복원부가 「어드레스 공간과 프로세서 컨텍스트의 복원」을 지시한 경우의 처리의 흐름을 나타내는 흐름도이다. 이 경우, 우선, 공정(35)의 어드레스 공간을 복원한다(단계 E1). 다음에, 공정(35)의 체크포인트 채취시의 프로세서 컨텍스트의 상태를 복원한다(단계 E2).

도 11은, 프라이머리 화일 복원부(37)가, 「프라이머리 화일의 복원」을 지시한 경우의 처리의 흐름을 나타내는 흐름도이다. 이 경우, 우선, 미확정규(431)에, 「화일 기록 정보」가 링크되어 있는지 여부를 검사한다(단계 F1). 「화일 기록 정보」가 링크되어 있는 경우에는(단계 F1의 Y) 미확정규(431)에 링크되어 있는 「화일 기록 정보」에 따라서, 프라이머리 화일(39) 중의 갱신되어 있는 부분의 데이터를 백업 화일(41)로부터 판독하고, 그 판독한 데이터를 프라이머리 화일(39)에 기록함으로써, 프라이머리 화일(39)의 그 갱신되어 있는 부분의 데이터를 복원한다(단계 F2). 그리고, 복원에 이용한 「화일 기록 정보」를 미확정규(431)로부터 폐기한다(단계 F3). 이 처리는, 미확정규(431)에 링크한 「화일 기록 정보」가 없어질 때까지 반복된다.

프라이머리 컴퓨터(30) 또는 프라이머리 컴퓨터(30)를 제어하는 오퍼레이팅 시스템에 시스템 다운 등의 장애가 발생한 경우에는, 공정(35)을 백업 컴퓨터(40)상에서 최후로 채취한 체크포인트로부터 재실행한다. 이 경우는, 백업 화일(41)로 처리를 이어받는다. 도 12는 장애가 발생했을 때에, 백업 화일(41)로 처리를 이어받는 상태를 나타내는 도면이다.

이 예에서는, 프라이머리 컴퓨터(30)상에서 동작하는 공정(35)이, 4바이트의 데이터 ABCD를 갖는 2중화된 화일(프라이머리 컴퓨터(30)상의 프라이머리 화일(39)과, 백업 컴퓨터(40)상의 백업 화일(41))에 대하여, 시각t1에 있어서 1바이트째에 X를 기록하고 있다(1). 이것에 의해서 프라이머리 화일(39)은 즉시 갱신되지만, 백업 화일(41)은 즉시 갱신되지는 않고, 「화일 기록 정보」만을 보존하고 있다.

이 후, 시각 t2에 있어서 프라이머리 컴퓨터(30)에 장애가 발생하고 있다(2). 이 경우, 백업 컴퓨터(40)상에 취해진 체크포인트를 이용하여, 백업 컴퓨터(40)상에서 공정(47)을 재실행하고 있다. 이 때, 공정(47)은 백업 화일(41)을 이용하여 처리를 계속하는 것이고, 시각t1에 있어서 프라이머리 화일(39)은 갱신되어 있지만, 백업 화일(41)은 아직 갱신되어 있지 않기 때문에, 백업 컴퓨터(40)상에서의 공정(47)의 재실행에 있어서는 백업 화일(42)을 그대로 사용할 수 있다.

또, 장애 발생에 의해 백업 화일을 분리한 경우에는, 그 후에 새로운 백업 화일을 작성함으로써, 다시 도 1과 같은 초기 상태를 재현할 수 있으며, 또 장애발생에 대해서도 회복 처리가 가능해진다.

또한, 장애 발생에 의해서 백업 화일로 처리를 이어받고, 체크포인트로부터 처리를 재실행한 경우에는, 그 후, 백업 화일을 프라이머리 화일로서 새로운 백업 화일을 작성함으로써, 다시 도 1과 같은 초기 상태를 재현할 수 있으며, 또 장애발생에 대해서도 회복 처리가 가능해진다. 또 백업 화일을 작성할 경우에는 이하와 같은 2개의 방법이 있다.

(1) 백업 화일 분리 후의 프라이머리 화일의 갱신 정보와 데이터를 보존해 두고, 백업 화일을 재접속할 경우에는, 백업 화일에 상기 분리 후의 프라이머리 화일의 갱신 정보와 데이터를 반영시킨다.

(2) 프라이머리 화일을 백업 화일에 복사한다. 단, 복사 중에도 프라이머리 화일이 계속 갱신되고 있는 경우에는, 복사를 시작하는 동시에 화일의 갱신 정보와 데이터를 백업 화일에도 반영시킨다.

또, 이 2개의 방법을 조합한 이하와 같은 방법도 유효하다.

(3) 분리된 백업 화일(또는 장애 발생전의 프라이머리 화일)을 재접속하는 것을 전제로, 일정 시간이 경과할 때까지는 (1)의 방법이 취해지는 바와 같이, 백업 화일 분리 후의 프라이머리 화일의 갱신 정보와 데이터를 보존해 둔다. 일정 시간을 경과하면, (1)의 방법을 끝내고, 백업 화일 분리 후의 프라이머리 화일의 갱신 정보와 데이터의 보존은 멈추고 (2)의 방법을 취하도록 한다. 또한, 분리된 백업 화일 이외의 화일로 재접속할 경우에도, 백업 화일 분리 후의 프라이머리 화일의 갱신 정보와 데이터의 보존은 멈추고 (2)의 방법을 취한다.

(제 2 실시 형태)

다음에, 본 발명의 제 2 실시 형태를 설명한다. 제 1 실시 형태에서는, 2중화된 컴퓨터 시스템을 설명

하였지만, 본 발명은, 2중화되어 있지 않은 컴퓨터상의 화일 시스템에 적용하여도 효과가 있다. 그래서, 본 실시 형태에서는, 2중화되어 있지 않은 컴퓨터상의 화일 시스템에 적용한 경우를 예로 설명한다. 도 13은, 본 발명을 2중화되어 있지 않은 컴퓨터상의 화일 시스템에 적용한 경우의 구성도이다. 이 시스템에서는, 컴퓨터는 2중화되어 있지 않고, 컴퓨터(30)만이 존재한다. 공정(35)은 이 컴퓨터(30)상에서 실행되고, 프라이머리 화일(39)과 백업 화일(41)로 2중화된 화일을 갱신한다. 즉, 이들 프라이머리 화일(39) 및 백업 화일(41)은 모두 컴퓨터(30)상에 배치되어, 화일 시스템(36)을 통해 갱신된다.

컴퓨터(30)상의 화일 시스템(36)은 프라이머리 화일 조작부(38), 프라이머리 화일 복원부(37), 백업 화일 조작부(43), 미확정규(431), 확정규(432), 백업 화일 갱신부(44) 및 프라이머리 화일 복원 정보 독출부(42)를 포함하고 있다.

공정(35)이 이 2중화된 화일을 갱신할 때는, 프라이머리 화일 조작부(38) 및 백업 화일 조작부(43)를 경유하여 행한다. 공정(35)이 이 2중화된 화일에 대한 기록을 행하면, 프라이머리 화일(39)은 그대로 갱신되지만, 백업 화일(41)은 갱신되지 않고, 「화일 기록 정보」가 백업 화일 조작부(43)를 경유하여 미확정규(431)에 보존된다.

또한, 공정(35)이 체크포인트를 채취할 때에는, 체크포인트 제어부(31)가, 체크포인트 정보 보존부(32)와 프라이머리 화일 조작부(43)에 지시를 보낸다. 체크포인트 정보 보존부(32)는 체크포인트 채취의 지시를 받으면, 어드레스 공간과 프로세서 컨텍스트를 컴퓨터(30)상에 행한다(체크포인트 정보(34)).

한편, 프라이머리 화일 조작부(38)는, 체크포인트 채취의 지시를 받으면, 백업 화일 조작부(43)를 경유하여, 미확정규(431)에 보존되어 있던 「화일 기록 정보」를 확정규(432)로 이동시킨다. 확정규(432)로 이동된 「화일 기록 정보」는, 체크포인트 채취 후에, 백업 화일 갱신부(44)에 의해서 백업 화일(41)의 갱신을 위해 사용되고, 백업 화일(41)의 갱신 후에 폐기된다. 이것에 의해, 체크포인트 이후에 프라이머리 화일(39)에 대하여 행해진 것과 같이, 기록 조작이 백업 화일(41)에 대하여 행해진다.

공정(35)에 중단 등의 장애가 발생하여, 공정(35)을 컴퓨터(30)상에서 최후에 채취한 체크포인트

로부터 재실행할 경우, 어드레스 공간과 프로세서 컨텍스트는 컴퓨터(30)상의 체크포인트 정보 복원부(33)에 의해서 복원된다.

화일에 관해서는, 백업 화일(41)은 체크포인트 이후의 갱신이 아직 미확정규(431)에 「화일 기록 정보」가 보존되어 있을 뿐이고, 실제로는 갱신되어 있지 않기 때문에 복원은 불필요하다. 그러나, 프라이머리 화일(39)은 체크포인트 이후에 이미 갱신이 행해지고 있기 때문에 복원이 필요하다. 따라서, 미확정규(431)에 보존된 「화일 기록 정보」에 기초하여, 프라이머리 화일(39)의 갱신전 데이터를 백업 화일(41)로부터 판독하고, 이 판독한 갱신전 데이터를 프라이머리 화일(39)에 기록함으로써 복원한다. 그리고, 이 후, 미확정규(431)에 보존된 「화일 기록 정보」를 폐기한다. 또, 확정규(432)에 「화일 기록 정보」가 보존되어 있는 경우에는, 그 「화일 기록 정보」의 백업 화일(41)로의 반영이 완료한 후에, 전술한 복원 처리를 개시한다.

도 14에는, 본 실시 형태를 적용하는 컴퓨터 시스템의 개략 구성이 표시되어 있다. 본 실시 형태의 시스템은 컴퓨터(30)만으로 가동하여 2중화되어 있지 않다. 컴퓨터(30)에는 디스크 장치(60a)와 디스크 장치(60b)가 접속되어 있다. 공정(35)은 컴퓨터(30)상에서 실행되고, 또한, 이 공정(35)이 액세스하는 화일은 프라이머리 화일(39)과 백업 화일(41)로 2중화되어 있으며, 각각 디스크 장치(60a)와 디스크 장치(60b)에 배치되어 있다.

이와 같이, 본 발명을 적용함으로써, 공정의 어드레스 공간이나 프로세서의 컨텍스트 등의 상태(체크포인트 정보)를 정기적으로 보존하면서 실행을 계속하고, 장애가 발생했을 때에는 최후로 보존한 체크포인트로부터 공정을 재실행시키는 것에 의한 장애시 대책을 행한 시스템에 있어서, 화일의 갱신을 행할 때에, 일단 갱신전 데이터를 화일로부터 판독할 필요가 없어지기 때문에, 화일의 갱신 성능이 대폭 개선된다.

또, 전술의 실시 형태에 기재한 화일의 관리 방법은, 컴퓨터에 실행시킬 수 있는 프로그램으로서 플로피 디스크, 광디스크 및 반도체 메모리 등의 기억 매체에 저장하여 배포하는 것이 가능하다.

발명의 효과

이상 상세히 기술한 바와 같이, 본 발명에 의하면, 공정이 화일의 갱신을 요구했을 때에, 그 갱신 내용을 나타내는 갱신 정보를 취득하여 보존하는 동시에 프라이머리 화일만을 즉시 갱신하고, 체크포인트가 채취된 후에, 그 보존해 둔 갱신 정보로 표시되는 갱신 내용을 백업 화일에 반영시킨다. 그리고, 예컨대 공정이 중단됐을 때 등에는, 보존해 둔 갱신 정보에 기초하여, 최후에 채취한 체크포인트 이후에 갱신된 데이터에 대응하는 갱신전의 데이터를 백업 화일로부터 전부 독출하고, 이 독출한 갱신전의 데이터를 이용하여 프라이머리 화일을 체크포인트 시점에 복원하여, 공정의 재실행을 개시한다(백업 화일을 이용한 공정의 재실행의 개시도 가능).

즉, 이 컴퓨터 시스템에 있어서는, 종래와 같이 화일을 갱신할 때에, 갱신전의 데이터를 독출하여 덤프시켜 두는 처리의 완료를 통상 처리에 대기시키는 일없이, 장애시의 화일의 복원이 실현되게 되어, 신뢰성을 손상하는 일없이 화일의 갱신 성능을 비약적으로 향상시키는 것이 가능해진다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

운영계 및 대기계의 2개의 컴퓨터로 2중화된 컴퓨터 시스템으로서, 중단된 처리를 재개시키기 위한 체크포인트를 정기적으로 채취하여, 상기 운영계 및 대기계 쌍방의 컴퓨터 상에 보존하는 컴퓨터 시스템에

있어서,

상기 운용계의 컴퓨터 상에서 실행되는 공정에 의해서 갱신되는 화일을 상기 운용계 및 대기계 쌍방의 컴퓨터로 2중화하여 설치해 두며,

상기 공정으로부터 화일의 갱신이 지시되었을 때에, 그 갱신 정보를 상기 대기계의 컴퓨터 상에 보존하여 운용계의 화일만을 갱신하고, 그 갱신이 완료한 시점에서 그 갱신의 요구원에 대하여 갱신 완료를 통지하는 수단과,

상기 체크포인트가 채취된 후에, 상기 갱신 정보에 표시되는 갱신 내용을 상기 대기계의 화일에 반영시키는 수단을 구비하는 것을 특징으로 하는 컴퓨터 시스템.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 갱신 정보를 상기 운용계의 컴퓨터 상에 버퍼링해 두고, 상기 체크포인트의 채취 시점까지 상기 대기계의 컴퓨터에 일괄 전송하는 수단을 추가로 구비하는 것을 특징으로 하는 컴퓨터 시스템.

청구항 3

제 1 항에 있어서, 상기 공정이 중단됐을 때에, 최후의 체크포인트 이후에 실행된 화일의 갱신에 대한 갱신전의 데이터를 상기 갱신 정보에 의해 상기 대기계의 화일로부터 독출하고, 상기 운용계의 화일을 상기 체크포인트 시점의 상태로 복원한 후, 상기 공정을 상기 체크포인트로부터 재실행하는 수단을 추가로 구비하는 것을 특징으로 하는 컴퓨터 시스템.

청구항 4

제 1 항에 있어서, 상기 공정이 중단됐을 때에, 최후의 체크포인트 이후에 보존된 갱신 정보를 삭제하고, 상기 체크포인트 이전의 갱신 정보에 의해 표시되는 갱신을 상기 대기계의 화일에 반영시킨 후, 상기 공정을 상기 대기계의 컴퓨터 상에서 상기 체크포인트로부터 재실행하는 수단을 추가로 구비하는 것을 특징으로 하는 컴퓨터 시스템.

청구항 5

제 1 항에 있어서, 상기 운용계의 컴퓨터 또는 이 운용계의 컴퓨터를 제어하는 오퍼레이팅 시스템에 장애가 발생했을 때에, 최후의 체크포인트 이후에 보존된 갱신 정보를 삭제하고, 상기 체크포인트 이전의 갱신 정보에 의해 표시되는 갱신을 상기 대기계의 화일에 반영시킨 후, 상기 공정을 상기 대기계의 컴퓨터 상에서 상기 체크포인트로부터 재실행하는 수단을 추가로 구비하는 것을 특징으로 하는 컴퓨터 시스템.

청구항 6

제 1 항에 있어서, 상기 대기계의 컴퓨터 또는 이 대기계의 컴퓨터를 제어하는 오퍼레이팅 시스템에 장애가 발생했을 때에, 상기 체크포인트 및 갱신 정보의 대기계의 컴퓨터로의 전송을 정지하는 수단을 추가로 구비하는 것을 특징으로 하는 컴퓨터 시스템.

청구항 7

제 1 항에 있어서, 상기 운용계의 화일에 장애가 발생했을 때에, 최후의 체크포인트 이후에 보존된 갱신 정보를 삭제하고, 상기 체크포인트 이전의 갱신 정보에 의해 표시되는 갱신을 상기 대기계의 화일에 반영시킨 후, 상기 공정을 상기 대기계의 컴퓨터 상에서 상기 체크포인트로부터 재실행하는 수단을 추가로 구비하는 것을 특징으로 하는 컴퓨터 시스템.

청구항 8

제 1 항에 있어서, 상기 대기계의 화일에 장애가 발생했을 때에, 상기 체크포인트 및 갱신 정보의 대기계의 컴퓨터로의 전송을 정지하는 수단을 추가로 구비하는 것을 특징으로 하는 컴퓨터 시스템.

청구항 9

제 1 항에 있어서, 대기계의 화일의 분리가 행해졌을 때에, 제 3 컴퓨터 상에 새롭게 대기계의 화일을 확보하는 수단을 추가로 구비하는 것을 특징으로 하는 컴퓨터 시스템.

청구항 10

제 1 항에 있어서, 대기계의 화일을 이용하여 상기 공정의 상기 체크포인트로부터의 재실행이 행해졌을 때에, 상기 대기계의 화일을 운용계로 전환하여, 상기 운용계의 컴퓨터 상에 새롭게 대기계의 화일을 확보하는 수단을 추가로 구비하는 것을 특징으로 하는 컴퓨터 시스템.

청구항 11

운용계 및 대기계의 2개의 컴퓨터로 2중화된 컴퓨터 시스템으로서, 중단된 처리를 재개시키기 위한 체크포인트를 정기적으로 채취하고, 상기 운용계 및 대기계 쌍방의 컴퓨터 상에 보존하는 컴퓨터 시스템의 화일 관리 방법에 있어서,

상기 운용계의 컴퓨터 상에서 실행되는 공정에 의해서 갱신되는 화일은, 상기 운용계 및 대기계 쌍방의 컴퓨터 상에서 2중화되어 설치되고,

상기 공정으로부터 화일의 갱신이 지시되었을 때에, 그 갱신 정보를 상기 대기계의 컴퓨터 상에 보존하여 운용계의 화일만을 갱신하고, 그 갱신이 완료한 시점에서 그 갱신의 요구원에 대하여 갱신 완료를 통

지하는 단계와, </P>

상기 체크포인트가 채워진 후에, 상기 갱신 정보에 표시되는 갱신 내용을 상기 대기계의 화일에 반영시키는 단계를 구비하는 것을 특징으로 하는 화일 관리 방법.

청구항 12

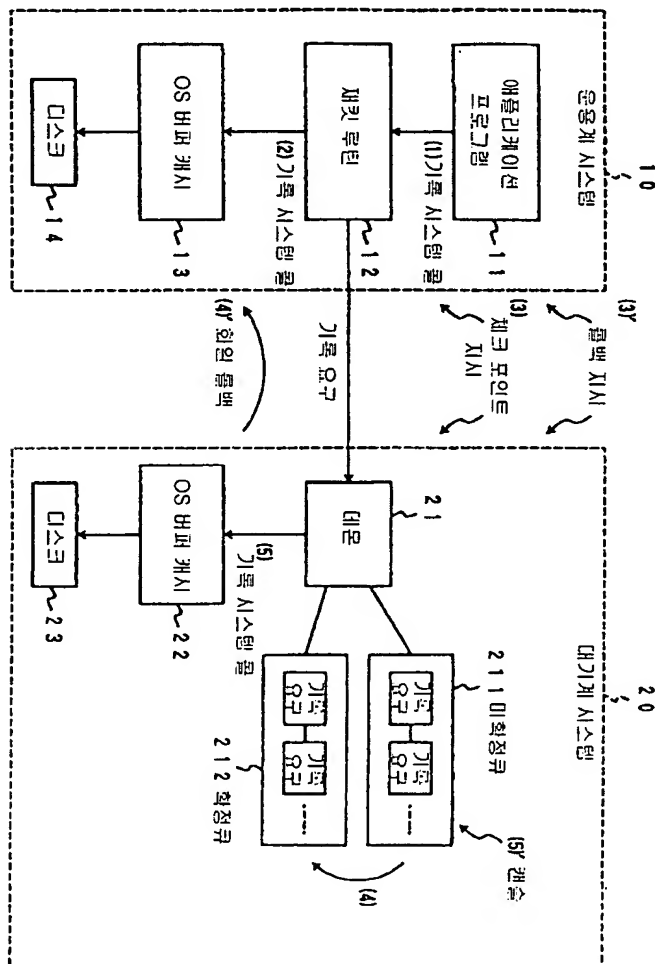
운영계 및 대기계의 2개의 컴퓨터로 2중화되고, 중단된 처리를 재개시키기 위한 체크포인트를 정기적으로 채워하여 상기 운영계 및 대기계 쌍방의 컴퓨터 상에 보존하며, 상기 운영계의 컴퓨터 상에서 실행되는 공정에 의해서 갱신되는 화일을 상기 운영계 및 대기계 쌍방의 컴퓨터 상에서 다중화하여 설치한 컴퓨터 시스템의 화일을 관리하기 위한 프로그램으로서,

상기 공정으로부터 화일의 갱신이 지시되었을 때에, 그 갱신 정보를 상기 대기계의 컴퓨터 상에 보존하여 운영계의 화일만을 갱신하고, 그 갱신이 완료된 시점에서 그 갱신의 요구원에 대하여 갱신 완료를 통지하며,

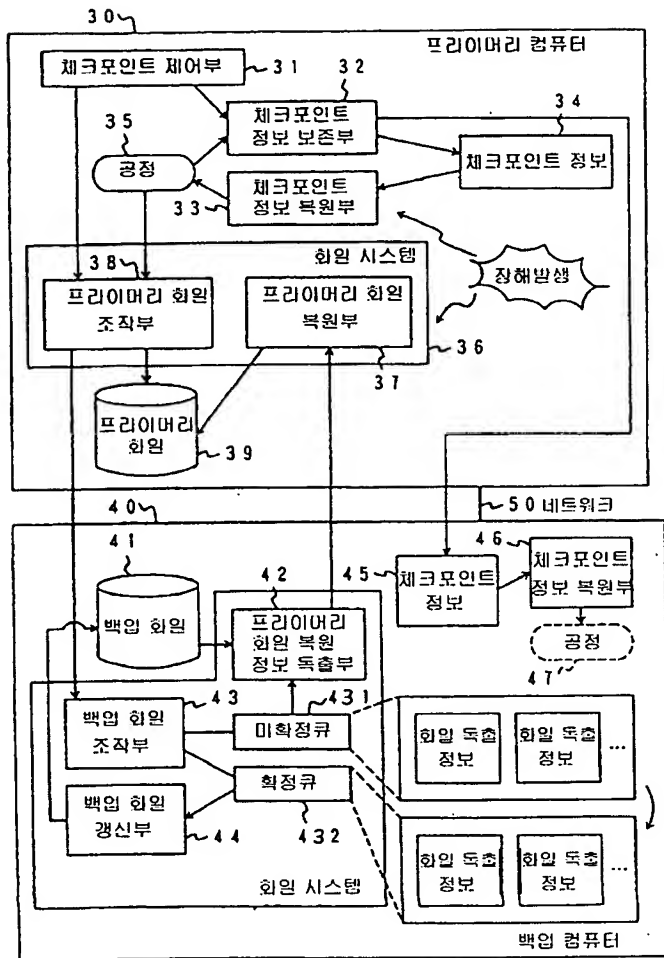
상기 체크포인트가 채워진 후에, 상기 갱신 정보에 표시되는 갱신 내용을 상기 대기계의 화일에 반영시키도록 컴퓨터를 제어하기 위한 프로그램을 저장하는 것을 특징으로 하는 컴퓨터 독해 가능한 기억 매체.

도면

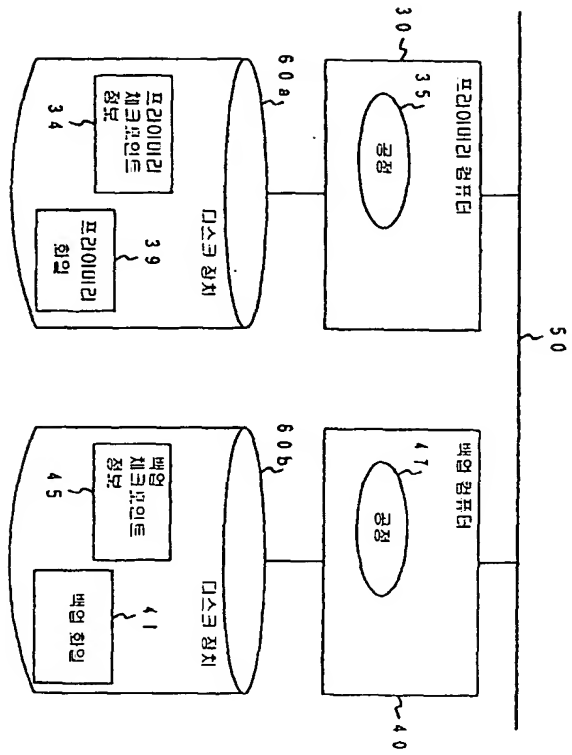
도면1

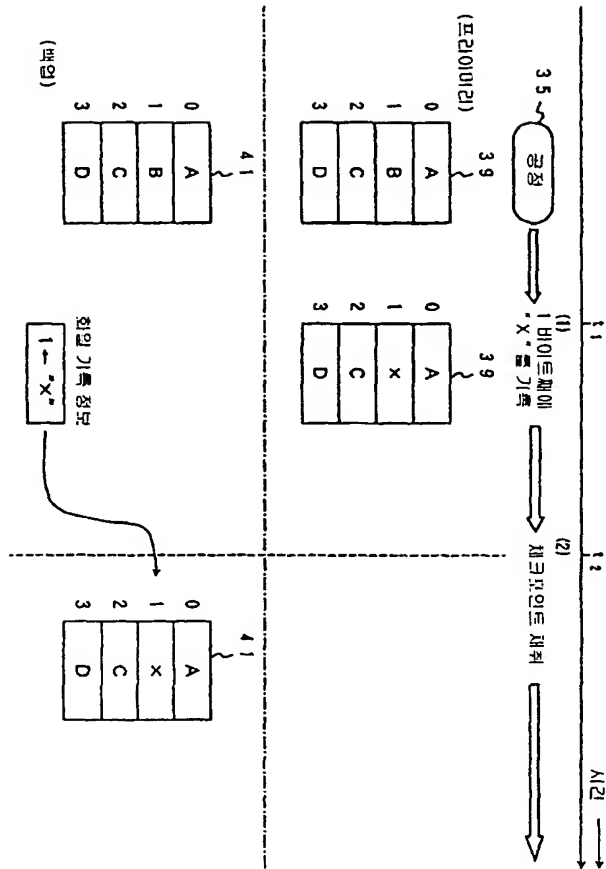


도면2

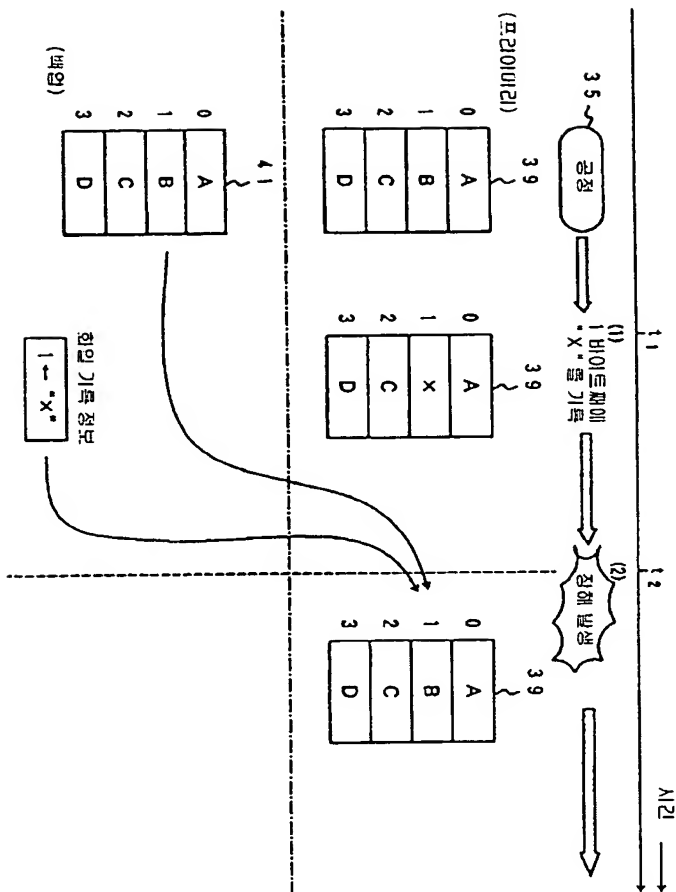


도면3

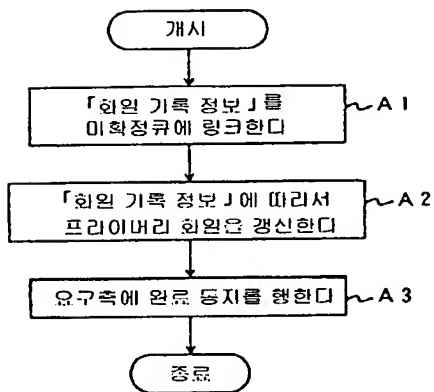




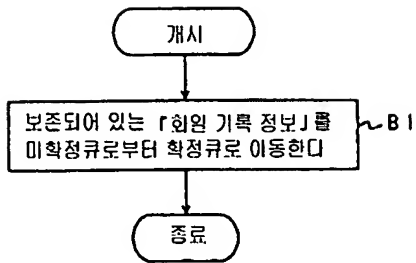
도면5



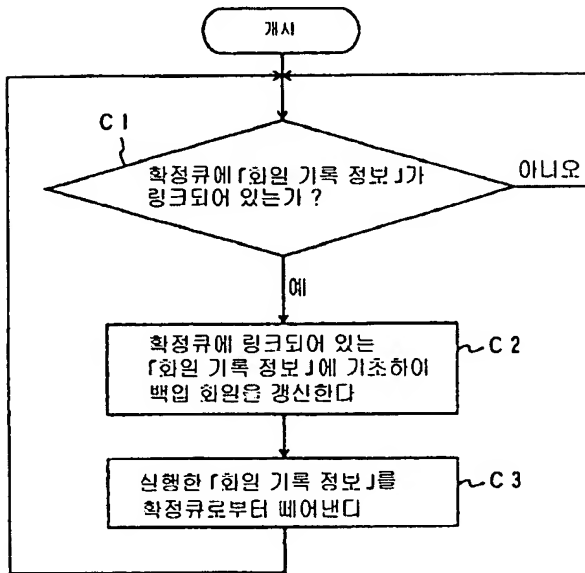
도면6



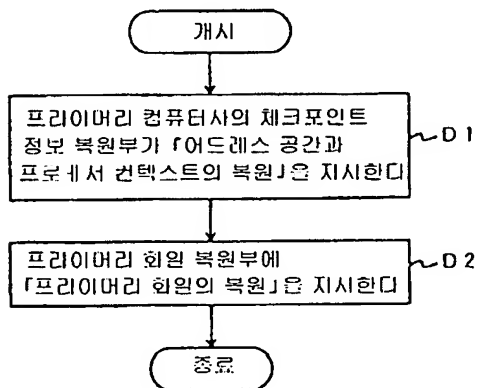
도면7



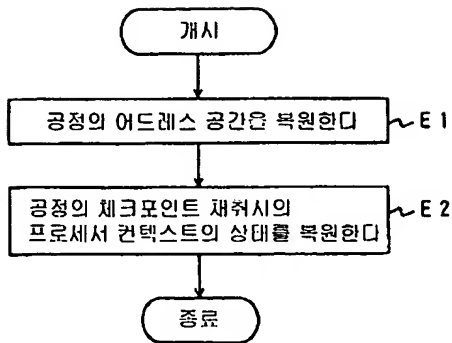
도면8



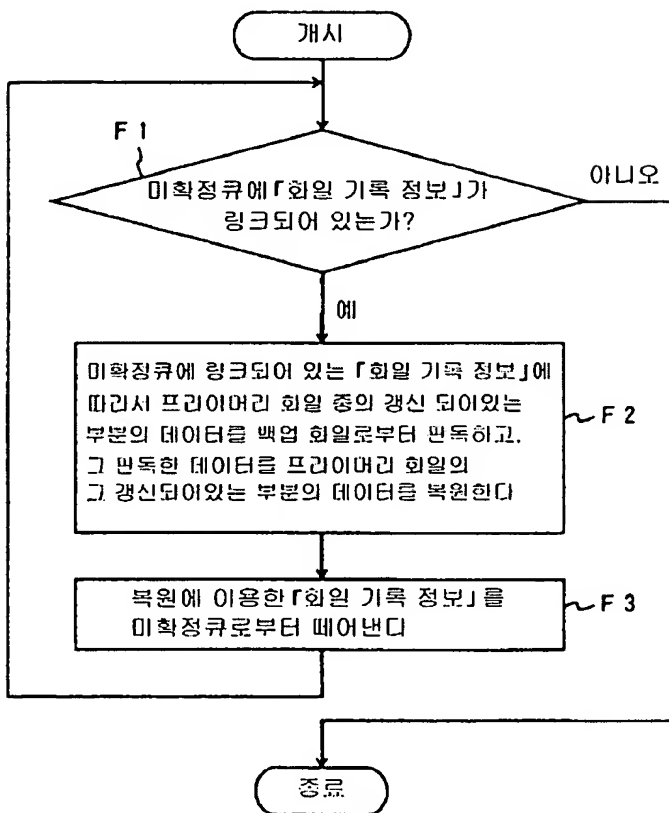
도면9



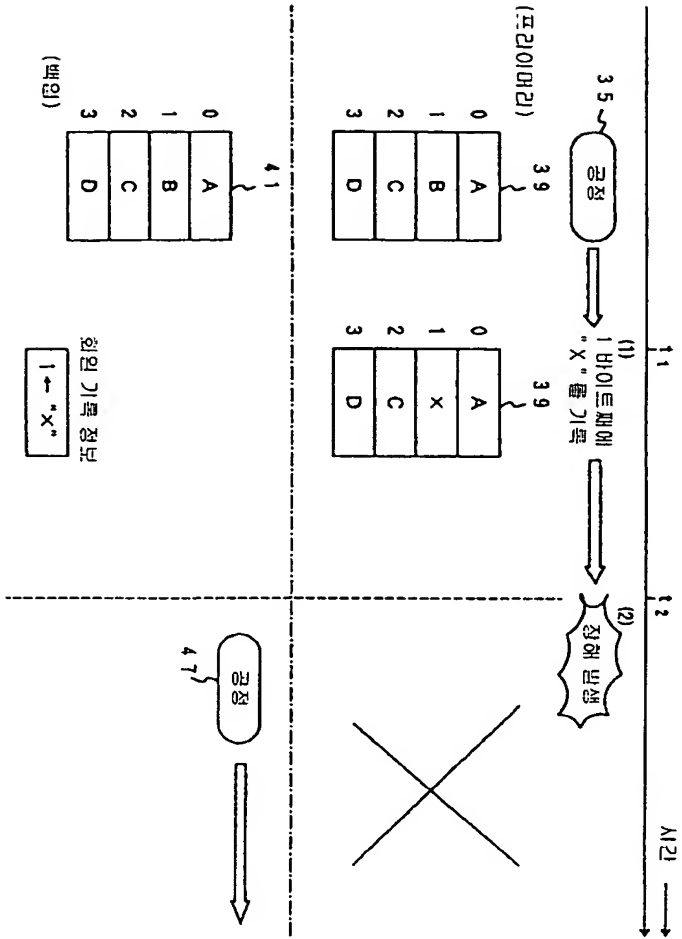
도면 10



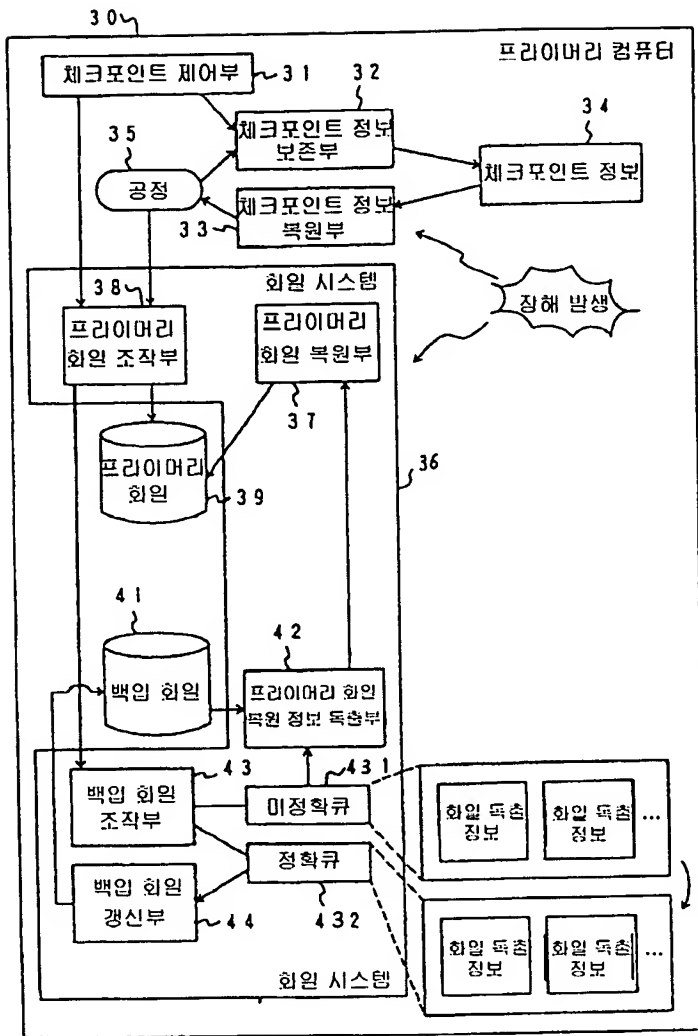
도면 11



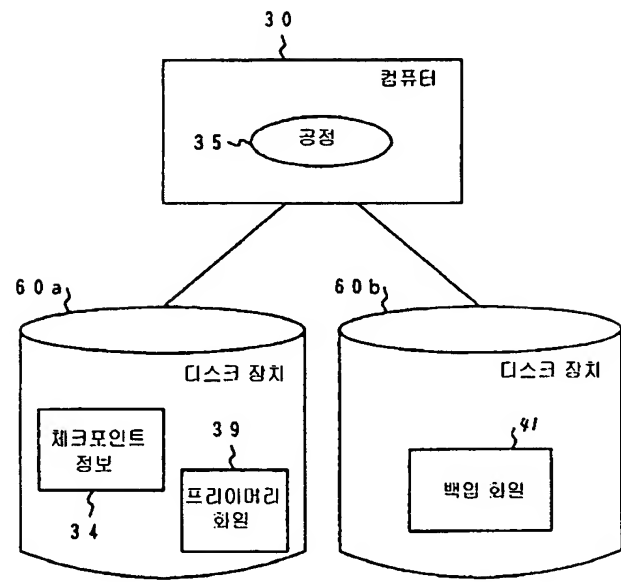
도면 12



도면 13



도면 14



도면 15

